

KARAKTERISASI SELULOSA MIKROBIAL YANG DIMODIFIKASI DENGAN TEKNIK KOPOLIMERISASI CANGKOK

Tita Puspitasari¹ dan Cynthia Linaya Radiman²

¹Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR)-BATAN

Jl. Cinere-Pasar Jumat, Jakarta Selatan

²Departemen Kimia, FMIPA-ITB

Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132

ABSTRAK

KARAKTERISASI SELULOSA MIKROBIAL YANG DIMODIFIKASI DENGAN TEKNIK KOPOLIMERISASI CANGKOK. Modifikasi kimia dan fisika polimer dapat dilakukan dengan kopolimerisasi cangkok yang diinisiasi dengan radiasi. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari morfologi dan kristalinitas kopolimer selulosa mikrobial yang dicangkok dengan asam akrilat (SM-g-AAc). Analisis strukturmikro SEM membuktikan bahwa asam akrilat mampu berdifusi ke dalam lapisan selulosa mikrobial dan mengakibatkan struktur porinya menjadi lebih rapat. Pengukuran kristalinitas menunjukkan bahwa kristalinitas selulosa mikrobial setelah dimodifikasi naik dari 50 % menjadi 53 %.

Kata kunci : Kopolimerisasi cangkok, Modifikasi, Radiasi, Selulosa mikrobial

ABSTRACT

CHARACTERISATION OF MICROBIAL CELLULOSE MODIFIED BY GRAFT COPOLYMERIZATION TECHNIQUE. Chemical and physical modifications of polymer can be carried out by radiation induced graft copolymerization. This research was carried out to study the morphology and crystallinity of microbial cellulose copolymer grafted by acrylic acid (MC-g-AAc). The SEM microstructural analysis proved that the acrylic acid could diffuse into the microbial cellulose and resulted a dense structure. Crystallinity measurement showed that the crystallinity of microbial cellulose increase from 50 % to 53 % after modification.

Key words : Graft copolymerization, Modification, Radiation, Microbial cellulose.

PENDAHULUAN

Selulosa merupakan salah satu jenis polimer alam yang sumbernya melimpah dan mudah mengalami biodegradasi. Sumber selulosa dapat berasal dari tanaman kayu, non kayu dan hasil sintesis mikroorganisme yang biasa disebut dengan selulosa mikrobial. Selulosa mikrobial secara kimia bersifat murni, bebas dari lignin serta mempunyai kristalinitas dan derajat polimerisasi yang tinggi sehingga penggunaannya terus dikembangkan [1].

Selulosa mikrobial telah digunakan sebagai bahan diafragma peneras suara, produk perawatan luka, serat tekstil, bahan campuran dalam industri kertas, bahan pengganti kulit sementara dan bahan baku *film* untuk proses mikrofiltrasi, ultrafiltrasi dan osmosa balik [2-6]. Selulosa mikrobial dibuat dari air kelapa yang diinokulasi dengan bakteri *Acetobacter xylinum*. Pemanfaatan air kelapa yang biasanya merupakan limbah pasar tradisional ini selain

dapat mengatasi masalah lingkungan juga dapat menghasilkan suatu produk yang mempunyai nilai tambah.

Modifikasi pada selulosa dapat mengubah sifat fisik dan kimianya sehingga memiliki sifat yang baru. Modifikasi selulosa dengan teknik pencangkakan dapat menghasilkan penukar ion [7]. Dibandingkan dengan selulosa kayu, penelitian tentang modifikasi selulosa mikrobial belum banyak dilakukan sehingga informasinya masih sangat terbatas. Modifikasi dapat dilakukan dengan teknik kopolimerisasi cangkok, dimana tahap inisiasinya dapat dilakukan dengan cara kimia, termal maupun radiasi. Teknik kopolimerisasi cangkok dengan menggunakan inisiasi radiasi pengion mempunyai keunggulan karena dapat digunakan pada berbagai geometri substrat, bebas residu inisiator, dapat dilakukan pada sekitar suhu ruang dan kondisinya dapat diatur.

Penelitian ini bertujuan mempelajari perubahan morfologi dan kristalinitas selulosa mikrobial setelah dimodifikasi dengan teknik kopolimerisasi cangkok yang diinisiasi dengan radiasi.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Bakteri *Acetobacter xylinum* diperoleh dari industri rumah di Cianjur dan telah diverifikasi di laboratorium mikrobiologi ITB. Air kelapa dan gula diperoleh dari pasar tradisional. Bahan kimia lainnya, antara lain asam asetat glasial, amonium sulfat, asam akrilat di suplai oleh *Merck*.

Alat

Difraktometer sinar-X, *Scanning Electron Microscope (SEM)* tipe *JEOL JSM 35C*

Cara Kerja

Pembuatan *film* selulosa mikrobial dan kopolimer selulosa mikrobial yang dicangkok asam akrilat (SM-g-AAc).

Prosedur pembuatan film selulosa mikrobial dan kopolimer selulosa mikrobial yang dicangkok asam akrilat (SM-g-AAc) sama dengan yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya [8].

Analisis Difraksi Sinar-X (XRD)

Analisis *XRD* dilakukan untuk menentukan derajat kristalinitas *film* SM dan SM-g-AAc. Peralatan *XRD* yang digunakan adalah merek *Miniflex Rigaku*. Sampel berupa lembaran diletakkan pada *holder* alat difraktometer sinar-X. Intensitas sinar refraksinya dengan sudut 10° hingga sudut 120° dilakukan. Persen derajat kristalinitas diperoleh dengan membandingkan luas daerah kristalin terhadap luas daerah keseluruhan (amorf dan kristalin).

Analisis *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Analisis morfologi *film* selulosa mikrobial dilakukan dengan *SEM*. *Film* dikeringkan dan direndam dalam nitrogen cair selama beberapa detik hingga mengeras. *Film* kemudian diangkat dan dipatahkan dengan pinset pada kedua ujungnya. Potongan *film* (spesimen) kemudian dilapisi dengan emas murni yang berfungsi sebagai penghantar. Permukaan diambil pada pembesaran 5000 kali dan penampang lintang diambil pada pembesaran 2000 kali. *Film* yang digunakan adalah Neopan SS hitam putih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh dosis irradiasi terhadap kadar pencangkakan serta pengaruh kadar pencangkakan terhadap derajat penggembungan air telah dipelajari pada penelitian sebelumnya [8]. Kadar pencangkakan meningkat dengan meningkatnya dosis irradiasi total dan naiknya nilai r (r adalah rasio berat monomer asam akrilat terhadap berat selulosa). Dengan naiknya dosis radiasi, kadar pencangkakan yang dihasilkan pada $r = 63,1$ lebih besar daripada $r = 35,7$. Hal ini terjadi karena dengan naiknya nilai r maka jumlah monomer asam akrilat semakin besar sehingga pasokan monomer untuk reaksi kopolimerisasi lebih banyak.

Menurut penelitian sebelumnya diperoleh meningkatnya kuantitas monomer menyebabkan meningkatnya difusi monomer ke dalam matriks polimer sehingga probabilitas tumbukan antara monomer dan radikal polimer semakin banyak, mengakibatkan kadar pencangkakan meningkat.

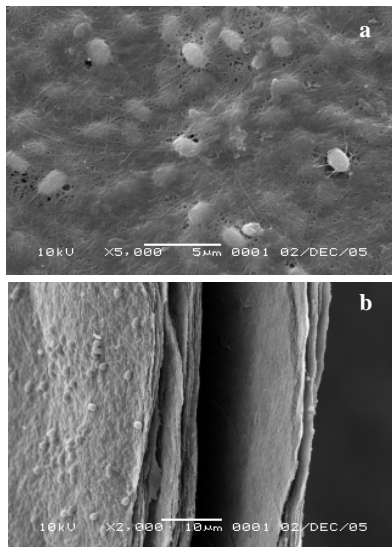
Derajat penggembungan air meningkat dengan meningkatnya kadar pencangkakan. Pada kadar pencangkakan 142 %, derajat penggembungan pada *film* kopolimer SM-g-AAc dengan nilai $r = 35,7$ mencapai 2300 %, sedangkan derajat penggembungan pada $r = 63,1$ hanya 1000 %. Peningkatan derajat penggembungan pada *film* selulosa mikrobial yang dicangkok monomer asam akrilat (SM-g-AAc) menunjukkan telah terjadi peningkatan hidrofilisitas. Hal ini dapat dipahami karena asam akrilat mengandung gugus COOH yang dapat berikatan hidrogen dengan air. Selain itu, adanya gugus COOH dapat menyebabkan halangan sterik sehingga menurunkan ikatan hidrogen diantara rantai selulosa.

Pada kadar pencangkakan yang sama, derajat penggembungan pada *film* kopolimer SM-g-AAc dengan nilai $r = 63,1$ lebih kecil daripada *film* kopolimer SM-g-AAc dengan nilai $r = 35,7$. Hal ini terjadi kemungkinan karena dengan semakin tingginya kuantitas monomer difusi monomer asam akrilat ke dalam matriks polimer meningkat sehingga probabilitas tumbukan antara monomer dan radikal polimer semakin banyak.

Derajat Kristalinitas Selulosa Mikrobial (SM) dan Kopolimer SM-g-AAc

Difraktogram *XRD* membran selulosa mikrobial (SM) dan membran kopolimer SM-g-AAc ditunjukkan pada Gambar 1. Dari pola difraktogram ini diperoleh informasi bahwa puncak-puncak kristalin pada membran selulosa mikrobial diperoleh juga pada membran SM-g-AAc. Dari perbandingan luas daerah kristalin terhadap luas daerah keseluruhan diperoleh harga derajat kristalinitas sebesar 50% untuk membran selulosa mikrobial dan 53% pada kopolimer SM-g-AAc dengan kadar pencangkakan 142%. Dengan demikian diperoleh

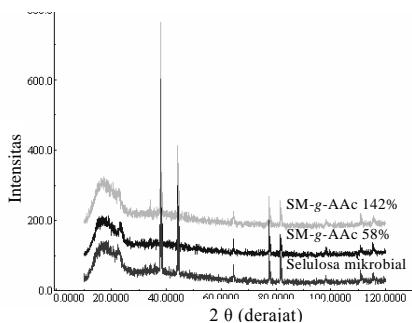
kesimpulan bahwa derajat kristalinitas naik walaupun tidak signifikan.



Gambar 2. Foto SEM (a) permukaan (b) penampang lintang selulosa mikrobial (SM)

Morfologi Film Selulosa Mikrobial (SM) dan Film Kopolimer SM-g-AAc

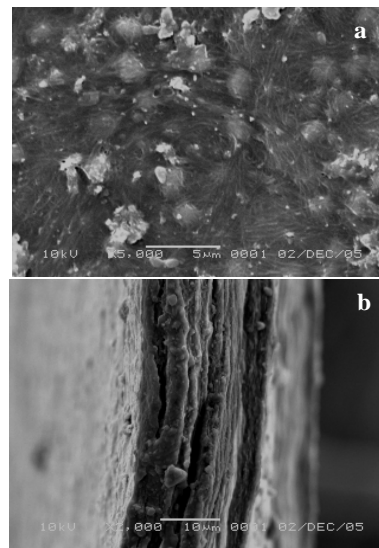
Gambar 2 menunjukkan foto SEM (a) permukaan dan (b) penampang lintang selulosa mikrobial, dengan masing-masing pembesaran 5000 kali dan pembesaran 2000 kali.



Gambar 1. Difraktogram XRD membran selulosa mikrobial (SM) dan membran kopolimer SM-g-AAc

Dari Gambar 2(a) diperoleh informasi bahwa permukaan selulosa mikrobial terdiri dari serat-serat yang rapat. Sedangkan Gambar 2(b), menunjukkan bahwa struktur selulosa mikrobial terdiri dari lapisan-lapisan. Hasil ini sesuai dengan teori bahwa gel selulosa mikrobial disintesis secara berlapis, dimana pada pembentukannya serat-serat ini membentuk suatu jaringan pada lapisan permukaan antara udara dan cairan yang disebut pelikel. Pelikel ini memiliki ketebalan kira-kira 10 mm bergantung pada masa pertumbuhan mikroba. Pelikel yang berada pada permukaan udara-cairan ini terdiri atas pita-pita yang mengandung kristalin yang tinggi. Pita-pita tersebut memiliki lebar 40 nm hingga 100 nm, namun panjangnya sulit diukur karena membentuk jaringan yang berkaitan satu dengan yang lainnya. Pita tersebut tersusun atas

bagian mikrofibril yang berhubungan melalui ikatan hidrogen [10].



Gambar 3. Foto SEM (a) permukaan dan (b) penampang lintang SM-g-AAc (142%)

Gambar 3 menunjukkan foto SEM (a) permukaan film dan (b) penampang lintang film SM-g-AAc dengan kadar pencangkakan 142 %. Gambar 3(a) menunjukkan bahwa struktur pori permukaan selulosa mikrobial berubah menjadi lebih rapat setelah dicangkakan dengan asam akrilat. Gambar 3(b) yaitu penampang lintang film SM-g-AAc dengan kadar pencangkakan sebesar 142 %, menunjukkan bahwa difusi asam akrilat dapat mencapai bagian dalam lapisan selulosa mikrobial.

Hasil ini diperkuat dengan hasil analisis gugus fungsi selulosa mikrobial (SM) dan kopolimer SM-g-AAc pada penelitian sebelumnya, dimana spektrum *FT-IR* film selulosa mikrobial (SM) menunjukkan puncak serapan karakteristik dari selulosa yaitu gugus OH pada bilangan gelombang 3353 cm^{-1} dan gugus C-O ulur pada bilangan gelombang 1060 cm^{-1} yang berasal dari ikatan glikosida pada cincin selulosa [8]. Sedangkan spektrum *FT-IR* selulosa mikrobial yang telah dikopolimer dengan asam akrilat (SM-g-AAc) dengan kadar pencangkakan sebesar 142 % menunjukkan adanya puncak baru pada bilangan gelombang 1710 cm^{-1} hingga 1720 cm^{-1} yaitu puncak serapan khas karbonil. Sehingga dapat disimpulkan adanya pencangkakan monomer asam akrilat pada selulosa mikrobial.

KESIMPULAN

Modifikasi selulosa mikrobial dengan teknik kopolimerisasi cangkakan yang diinisiasi radiasi menyebabkan terjadinya perubahan struktur kimia selulosa mikrobial. Hasil foto permukaan SEM menunjukkan bahwa pencangkakan asam akrilat pada selulosa mikrobial mengakibatkan struktur porinya menjadi lebih rapat, foto penampang lintang menunjukkan asam akrilat mampu berdifusi ke dalam

lapisan selulosa mikrobial. Sedangkan pengukuran kristalinitas dengan *XRD* menunjukkan bahwa kristalinitas selulosa mikrobial setelah dimodifikasi naik dari 50 % menjadi 53 %.

DAFTAR ACUAN

- [1]. BROWN, R.M., Jr., WILLISON, J.H.M., RICHARDSON, C.L., Cellulose Biosynthesis in *Acetobacter Xylinum*: 1. Visualization of the Site of Synthesis and Direct Measurement of the in Vivo Process, *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, **73** (12) (1976) 4565-4569
- [2]. www.botani.utexas.edu/facstaff/facpages/mbrown/position1.htm, (2002)
- [3]. SHIBASHAKI, H., KUGA, S., ONABE, F., USUDA, M., *Journal of Applied Polymer Science*, **50** (1993) 965-969
- [4]. NISHI, Y., URYU, M., YAMANAKA, S., WATANABE, K., KITAMURA, N., IGUCHI, M., *Journal of Material Science*, **24** (1990) 3141-4145
- [5]. IGUCHI, M., YAMANAKA, S., BUDHIONO, A., *Journal of Material Science*, **35** (2000) 261-269
- [6]. MULDER, M., *Basic Principles of Film Technology*, Kluwer Academic Publishers, (1996)
- [7]. GAMZE GÜÇLÜ, GÜLTEN GÜRDAĞ, SAADET ÖZGÜMÜŞ, *Journal of Applied Polymer Science*, **90** (8) (2003) 2034-2039
- [8]. PUSPITASARI, T., RADIMAN, C.L., *Atom Indonesia*, **32** (2) (2006) 119-128
- [9]. CHAPIRO, A. *Radiation Chemistry of Polymeric System*, John Wiley & Sons. New York (1962)
- [10]. FIGINI, *Cellulose and Other Natural Polymer System*, Plenum, New York (1982)